

Die Restaurierung eines Bronzekessels aus dem Jemen

Vorläufige Untersuchungs- und Restaurierungsergebnisse

Abstract

In 1996 the Bavarian State Conservation Office was requested to help in the restoration and chemical analysis of a large casted kettle. The proprietor is the National Museum of Sana'a in the Republic of Yemen. The kettle is approximately 2000 years old. Its diameter is about 105 cm and its height 48 cm. It is decorated with a southarabian preislamic inscription. In addition to the inscription, naps are arranged in four rows and in an interval of approximately 10 cm. Two casted pairs of rings are attached under the edge.

The analysis of the alloying constituents shows a very plum-biferous tin bronze. The appearance of the surface and the X-ray photographs give an indication of a nearly completely corroded metal. The corrosion consists mainly of carbonates. They will stay stable under controlled climatic conditions. Therefore, from the conservational point, it is no urgent need to remove the crusts, but for obtaining a homogeneous appearance of the surface and to improve the readability of the inscription the incoherent corrosion products should be removed with a scalpel and a brush. The stabilization of the kettle with synthetic resin is only necessary in those parts which are brittle and porous. A bigger hole in the wall of the kettle must be filled up with synthetic resin and needs painting in colours of the original. To protect the surface from harmful environmental influences, it is considered to cover it with a microwax of a high melting point.

Einleitung

Anfang 1996 wurde dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege von Prof. Dr. Raunig, dem Leiter des Staatlichen Museums für Völkerkunde in München, ein großer, aus einer Kup-

ferlegierung gegossener Kessel zur materialkundlichen Untersuchung und Restaurierung anvertraut. Eigentümer des Kessels ist das Nationalmuseum Sana'a. Er wurde vor etwa 20 Jahren im Wadi Bayhan im Jemen gefunden, die näheren Fundumstände sind nicht bekannt. Der Kessel wird auf die Zeit um Christi Geburt datiert und trägt eine Inschrift in einer altsüdarabischen Sprache. Nach schriftlicher Auskunft von Prof. Dr. Müller vom Seminar für Semitistik in Marburg handelt es sich um eine qatabanische Inschrift, die den Namen des Stifters und des Tempels, dem er gewidmet ist, enthält. Eine vollständige Deutung des Textes ist im Moment noch nicht möglich, da der Text einige Wörter enthält, die im Qatabanischen bisher nicht belegt sind.

Mit den Konservierungs- und Restaurierungsarbeiten wurde die Verfasserin beauftragt. Sie erfolgen in Absprache mit Frau Brendel, Restauratorin am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, in den dortigen Werkstätten. Die materialkundlichen Laboruntersuchungen werden von Herrn Mach und Herrn Gruber im Zentrallabor des Amtes durchgeführt. Die Photodokumentation erstellte Frau Mulzer, Photographin am Staatlichen Museum für Völkerkunde in München.

Beschreibung des Kessels

Das Querschnittsprofil des Kessels entspricht annähernd einem „U“; in der Draufsicht ist er leicht oval. Er besitzt einen nach außen gezogenen Wulstrand, unter dem sich zwei senkrecht nach außen angesetzte Bronzeußösenpaare befinden, die zueinander in Opposition stehen. Jede Öse weist eine Mittelrinne in Längsrichtung auf. Das maximale Außenmaß (ohne Ösen) liegt bei ca. 105 cm, das minimale Außenmaß bei ca. 97 cm. Der Außenumfang beträgt im Randbereich 320 cm, die Höhe rund 48 cm. Die Ringösen haben einen Außendurchmesser von

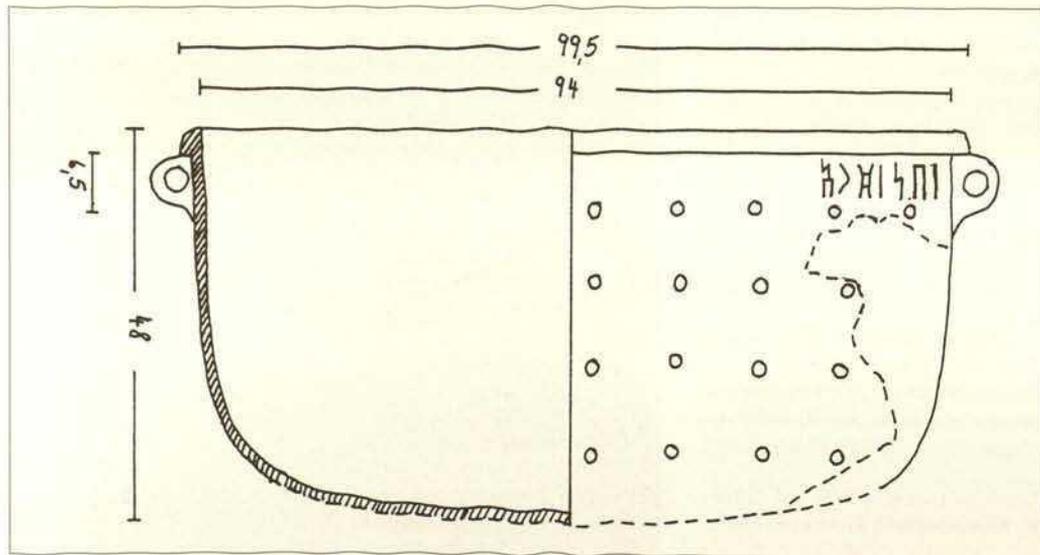


Abb. 1. Abmessungen und Verzierungselemente des Kessels

ca. 6,50 cm. Die Messung der Wandstärken vor der Freilegung ergab in den gut erhaltenen Partien einen Durchschnittswert von 0,75 cm. Die ursprüngliche Wanddicke dürfte bei etwa 0,60-0,70 cm gelegen haben. Der Boden ist mit 1 cm Wandstärke etwas dicker als die Seitenwände. Die Dicke des Wulstrand beträgt ca. 2,50 cm.

Unterhalb des Wulstrand befindet sich ein fast über den ganzen Umfang reichendes Band mit ca. 5 cm hohen Schriftzeichen. Unter diesem Schriftband befinden sich drei weitere Inschriften, die aus drei bzw. vier Zeichen bestehen und ca. 7 cm hoch sind. Darüberhinaus sind auf der Außenseite des Kessels zahlreiche unregelmäßig geformte Noppen zu sehen, die annähernd in Form eines 10 x 10 cm-Rasters in vier waagerechten Reihen angeordnet sind. Die Innenseite des Kessels ist nicht verziert. Neben den Verzierungen sind auf der Außenseite einige wurzelartige Strukturen und im unteren Bereich der Wandung unsymmetrisch angeordnete Fortsätze erkennbar, deren Entstehung bzw. Funktion noch nicht geklärt ist (Abb. 1).

Zustand des Kessels

Der Kessel ist bis auf eine ca. 36 x 45 cm große, unregelmäßig geformte Fehlstelle auf einer Seite unter dem Beginn des Schriftbandes vollständig erhalten. Auf früheren Photos sind im Gefäß liegend Bronzefragmente zu erkennen, die – nach ihrer Form zu schließen – wahrscheinlich an die Bruchstellen passen, heute aber nicht mehr vorhanden sind. Die Bruchkanten der Fehlstelle sind an den senkrechten Kanten mit hellgrünen Korrosionsprodukten und Erde bedeckt, während die obere und die untere Kante meist rötlich-violett erscheinen. Diese Tatsache läßt darauf schließen, daß in der Wandung alte Risse vorhanden waren, die sich durch Erschütterungen während der Bergung oder eines Transportes erweiterten, was schließlich zum völligen Herausbrechen der Scherben führte. Von der Fehlstelle ziehen sich mehrere, z. T. frisch aussehende Risse rechts und links in die Wandung. Weitere alte Risse sind auf der Innenseite gegenüber der Fehlstelle, am Übergang vom Boden- zum Wandbereich, erkennbar.

Nach den Bruchkanten und dem gesamten äußeren Erscheinungsbild zu urteilen, ist das Material weitgehend durchkorrodiert. Es ist allenfalls mit kleinen metallischen Inseln zu rechnen.

Die Innenseite des Kessels ist mit einer dünnen, relativ gleichmäßigen, hellgrünen, pulverig-weichen bis schuppigen Korrosionsschicht bedeckt, die an einigen Stellen abblättert. Am Boden zeichnet sich ein unregelmäßig geformter Rand ab, der vermutlich von einer Flüssigkeit herrührt, wohl aber erst nach der Bergung entstanden ist.

Die Oberfläche der Außenseite erscheint sowohl farblich als auch von den Strukturen her sehr uneinheitlich. Schwarze, leicht raue Partien wechseln mit graugrünen, z. T. stark verdickten Zonen ab. Die schwarzen Flächen sind stellenweise – hauptsächlich zwischen den Buchstaben und am Übergang von der senkrechten Wandung zum Boden – mit hellblauer, pulveriger Korrosion bedeckt (Farbtafel XVI.1). In den graugrünen Flächen ist das Material stark aufgequollen, teilweise blättereigartig geschichtet. Hier finden sich zahlreiche Risse, Abplatzungen und Hohlräume. Einige Schriftzeichen sind abgeplatzt und kaum noch lesbar. Links der Fehlstelle sind große Schollen der Oberfläche, möglicherweise ein ganzer Schriftzug, verloren gegang-

gen. In den Hohlräumen befinden sich dunkelgrüne, kristallartig glitzernde Korrosionsprodukte (Farbtafel XVI.2).

Auf Höhe der dritten Noppenreihe – vom Rand aus gerechnet – zieht sich ein unregelmäßig dicker, teils aufgerissener, wurzelartiger Wulst rund um den Gefäßkörper. Ähnliche Gebilde verlaufen in unregelmäßigen Abständen annähernd senkrecht zwischen dem oberen Schriftband und der dritten Noppenreihe. Diese Gebilde bestehen aus einer sehr harten Schicht mit rotvioletter Kern, die eine pulverig-weiche, graue Masse umschließt. Möglicherweise handelt es sich um Reste von Gußnähten. Neben diesen Gebilden und den Fortsätzen im Übergangsbereich vom Boden zur Wandung, bei denen es sich um Reste der Guß- oder Luftkanäle handeln könnte, gibt es eine Reihe weiterer Strukturen, die darauf hinweisen, daß der Kessel nach dem Guß nicht überarbeitet worden ist. Hierzu sind jedoch noch genauere Untersuchungen nötig.

Materialkundliche Untersuchungen

Für die Analyse der Legierung und der Korrosionsprodukte wurden Bohr- und Schabeproben an verschiedenen Stellen des Kessels genommen.

Von der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt, München, wurden Röntgenaufnahmen der Kesselwandung angefertigt. Der Bodenbereich konnte nicht geröntgt werden, da der Kessel nicht angehoben werden sollte.

Abb. 2. Röntgenbild der Kesselwandung mit Schichtstrukturen und Linien in den Noppen



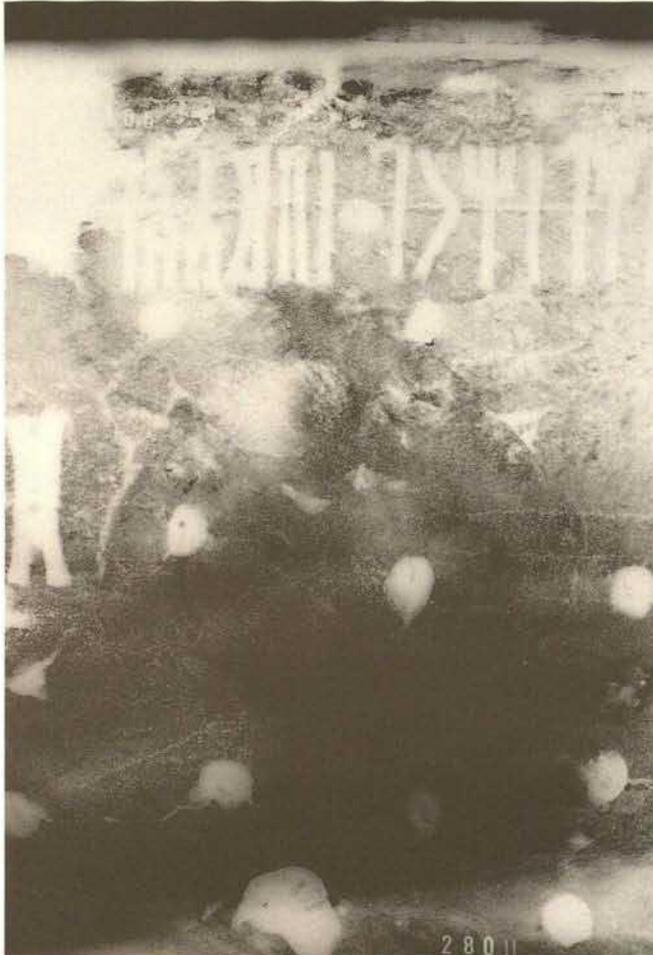
Zur Analyse der Legierungsbestandteile wurden das Rasterelektronenmikroskop, die Röntgenfluoreszenz und die Atomabsorptionsspektroskopie herangezogen. Im Rasterelektronenmikroskop wurden eine stark bleihaltige Zinnbronze und ein auffälliger Cobalt-Anteil ermittelt. Zink wurde nicht angezeigt. Die Röntgenfluoreszenz ergab als qualitativen Befund Kupfer, Blei und Zinn sowie Spuren von Eisen, Cobalt und Nickel. Die Analyse der Hauptbestandteile mittels Atomabsorptionsspektroskopie erbrachte 67% Kupfer, 25-26% Blei, 6% Zinn und 0,15% Zink.

Der hohe Bleianteil verbessert das Formfüllungsvermögen der Legierung und führt zu einer sehr guten Spanbarkeit.

Analyse der Korrosionsprodukte

Die Analyse der Korrosionsprodukte erfolgte mittels der Röntgendiffraktometrie, der Röntgenfluoreszenz und der Ionenchromatographie. Neben Chalconatronit und Malachit, die auf archäologischen Bronzeobjekten häufig nachgewiesen werden, wurde ein hoher Anteil an basischem Natriumbleicarbonat festgestellt, der auf den hohen Bleigehalt des Grundmaterials zurückzuführen ist. Außerdem wurden Spuren von Eisen, Zinn, Calcium, Kalium, Cobalt, Nickel und Silicium ermittelt. Die Korrosionsprodukte bestehen zum überwiegenden Teil aus Carbonaten. Lediglich in zwei Proben fand sich ein sehr geringer Chloridanteil, ca. 0,5% der Probemasse.

Abb. 3. Röntgenbild einer äußerlich scheinbar gut erhaltenen Kesselpartie



Die Röntgenaufnahmen wurden mit einer Röhre vom Typ Eresco durchgeführt. Die Röhrenspannung betrug 185 KV, der Röhrenstrom 4,5 mA und die Belichtungszeit 60 sec. Die Filme wurden auf der Innenseite der Kesselwandung befestigt. Die Röhre befand sich außerhalb des Kessels in einem Abstand von 90 cm.

Eine erste Begutachtung der Röntgenbilder zeigte sehr unterschiedliche Strukturen. Große Partien sind von feinkörniger Konsistenz, die teilweise in unterschiedlicher Dichte waagrecht geschichtet ist. Sehr dunkle Stellen, die eine weitestgehende Korrosion des Materials anzeigen, lassen sich gut mit dem äußeren Erscheinungsbild des Kessels in Übereinstimmung bringen (Abb. 2). Einige Bereiche, die äußerlich gut erhalten erscheinen, wie z. B. die Fläche unterhalb des Schriftbandendes, zeigen auf dem Röntgenbild jedoch ebenfalls eine tiefgreifende Umsetzung des Metalls (Abb. 3). An mehreren Stellen, vor allem unterhalb des Randes, konnten Ansammlungen kleiner metallischer Inseln festgestellt werden, bei denen es sich um Blei handelt, was auch an der Oberfläche der Kesselwandung als weiße Punkte erkennbar ist, die in den Tiefen silbrig und weich sind (Abb. 4). Ferner sind auf den Aufnahmen kleine, klar abgegrenzte, runde bis ovale, dunkelgrau-schwarze Punkte sichtbar. Bei ihnen könnte es sich entweder um Luftbläschen handeln oder um Legierungsbestandteile, die sich während des Schmelz- und Gießvorganges vom übrigen Material abgesetzt haben und stärker vergangen sind als das umgebende Material.

Die auf der Außenseite sichtbaren wurzelartigen Gebilde sind auf den Röntgenaufnahmen gut zu erkennen, können mit ihnen jedoch nicht weiter gedeutet werden.

Ungeklärt sind bisher die auf den Röntgenbildern vorhandenen schmalen, klar abgegrenzten Linien in zahlreichen Noppen. Diese Noppen zeigen äußerlich keinerlei Spuren eines anderen Materials oder von Unterschieden in der Korrosionsbildung (Abb. 2).

Die Röntgenbilder sind, was gußtechnische Details – z. B. Guß- oder Entlüftungskanäle – betrifft, nicht aussagekräftig. Die äußerlich sichtbaren Gebilde, bei denen es sich um Reste davon handeln könnte, befinden sich vor allem im Übergangsbereich vom Boden zur senkrechten Wandung. Hier ist die Röntgenstrahlung so schräg auf die Filme aufgetroffen, daß nur sehr diffuse Strukturen wiedergegeben werden.

Die Restaurierung und Konservierung des Bronzekessels

Wie die Analyse der Korrosionsprodukte ergeben hat, handelt es sich hauptsächlich um Carbonate, die unter kontrollierten klimatischen Bedingungen weitgehend stabil sind und somit keinen weiteren Schaden verursachen können. Aus konservatorischer Sicht bestand deshalb kein dringender Handlungsbedarf zur Abnahme. Die unregelmäßig gewachsenen Korrosionsprodukte und Krusten beeinträchtigten jedoch stark das Aussehen des Kessels und die Lesbarkeit der Schrift. Ein wichtiges Argument für die Freilegung waren überdies die auf diesem Wege eventuell erreichbaren Informationen zu technischen Details, wie Gebrauchsspuren und Herstellungstechnik sowie Aussagen zur Stabilität.

Die Materialuntersuchungen und die Anfertigung von Musterflächen zeigten, daß lediglich lose aufliegende Korrosionsprodukte und Krusten abgenommen werden dürfen. Die vorher

unterschiedlich gefärbte Oberfläche wird trotz der verbleibenden Unregelmäßigkeiten einen optisch einheitlicheren Eindruck machen.

Die Freilegung der Oberfläche erfolgt mit Skalpellen aus Keramik und Stahl, Pinseln mit Natur- und Kunststoffborsten sowie rotierenden Kunststoffbürstchen. Vom Einsatz eines Fasserhammers wurde abgesehen, da das Gefüge des Kessels vor allem in den graugrünen Partien sehr instabil ist und die Gefahr besteht, daß größere Schollen bis in tiefere Schichten abplatzen. Außerdem sind die Korrosionsschichten so miteinander verbunden, daß eine saubere Trennung durch Absprengen nicht möglich ist. Die Verwendung eines Feinstrahlgerätes mit Kunststoffstrahlgut war ebenfalls abzulehnen. Das Strahlgut wäre aus den vielen Rissen und Hohlräumen nur mühsam und unvollständig wieder zu entfernen gewesen.

Erst nach der vollständigen Freilegung der Kesseloberflächen – bisher sind die Außenwandung bis zur dritten Noppenreihe sowie einige Partien auf der Innenseite des Kessels freigelegt – soll entschieden werden, ob eine Stabilisierung des Gefäßes notwendig ist (Farbtafel XVI.3). Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist eine Festigung nur partiell dort erforderlich, wo sich Risse und Hohlräume gebildet haben. Je nach Festigkeitsanforderungen und Eindringvermögen werden Festigungsmittel auf Acrylat-, Nitrocellulose- oder Epoxidharzbasis eingesetzt werden.

Die große Fehlstelle in der Kesselwandung muß mit Kunstharz geschlossen werden, da in diesem Bereich der Kessel sonst sehr instabil bleibt. Die Ergänzung wird mit glatter Oberfläche angefertigt und farblich an das Original angeglichen. So bleibt sie jederzeit erkennbar ohne den Gesamteindruck zu stören.

Da nach den momentanen Erkenntnissen die Korrosionsprodukte stabil sind, ist aus konservatorischer Sicht ein Schutzüberzug nicht zwingend erforderlich, wenn der Kessel unter kontrollierten klimatischen Bedingungen aufbewahrt wird. Sowohl ein Lack- als auch ein Wachsüberzug ist problematisch.

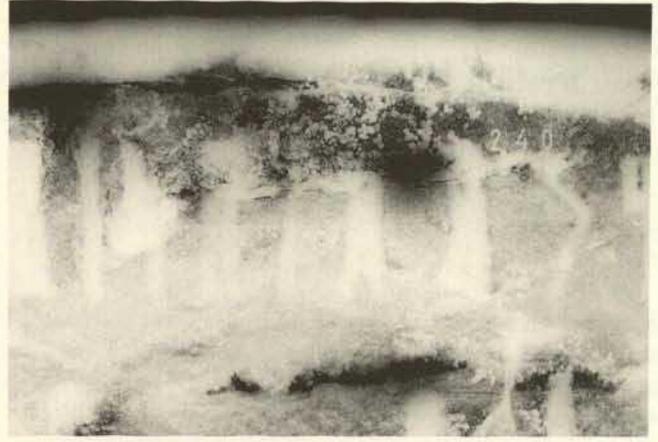


Abb. 4. Bleiinseln unterhalb des Randes

Auf Grund der unregelmäßigen und rauhen Oberfläche sowie der Risse und Hohlräume läßt sich nur schwer ein gleichmäßig dicker und geschlossener Lacküberzug auftragen, was die Schutzwirkung und Haltbarkeit des Lackes stark beeinträchtigt. Ein mikrokristallines Wachs ließe sich zwar relativ gleichmäßig aufbringen, da wegen der klimatischen Bedingungen im Jemen jedoch ein Wachs mit hohem Schmelzpunkt eingesetzt werden müßte, müßte der Kessel stark erhitzt werden. Es muß auch bedacht werden, daß das Wachs in alle Risse und Poren des Objekts eindringt. Sollte durch unglückliche Umstände der Kessel einmal brechen, würde das Kleben der Fragmente durch das Wachs erschwert, wenn nicht gar unmöglich gemacht.

Abbildungsnachweis

MÜNCHEN, STAATLICHES MUSEUM FÜR VÖLKERKUNDE: Abb. 1 (Elisabeth Lehr); Abb. 2-4 und Farbtafel XVI.1-3 (Swantje Autrum-Mulzer)